

# MASTER'S THESIS

## Het Effect van Aantrekkelijk Vormgegeven Multimediaal Leermateriaal op de Motivatie van Lerenden

Nanninga, A.J.

**Award date:**  
2019

[Link to publication](#)

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[pure-support@ou.nl](mailto:pure-support@ou.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 06. May. 2023

**Open Universiteit**  
[www.ou.nl](http://www.ou.nl)



**Het Effect van Aantrekkelijk Vormgegeven Multimediaal Leermateriaal op de Motivatie  
van Lerenden**

**The Effect of an Aesthetically Appealing Design of Multimedia Learning Material on the  
Motivation of Students**

**A.J. Nanninga**

Master Onderwijswetenschappen  
Open Universiteit

Datum: 11 juni 2019  
Begeleiding: Kevin Ackermans MSEN

## Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Summary	3
1. Inleiding	4
Theoretisch kader	5
Vraagstellingen en hypothesen	9
2. Methode	9
Ontwerp	9
Onderzoeksgroep	10
Materialen	10
Procedure	13
Data-analyse	14
3. Resultaten	15
4. Conclusie en discussie	18
Beperkingen van de studie	21
Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	22
Implicaties	23
5. Referenties	25

## **Het Effect van Aantrekkelijk Vormgegeven Multimediaal Leermateriaal op de Motivatie van Lerenden**

**A.J. Nanninga**

### **Samenvatting**

Onderzoek toont aan dat de motivatie van Nederlandse leerlingen onder druk staat. Docenten staan voor de uitdaging om hier in de lespraktijk op in te spelen. In deze studie is onderzocht of het ontwerp van digitaal leermateriaal hier een bijdrage in kan leveren. Gekeken is of de emotionele staat van de lerende, waarvan verondersteld wordt dat deze een effect heeft op de intrinsieke motivatie, positief beïnvloed kan worden door multimediaal leermateriaal wat is ontworpen volgens principes van de *emotional design hypothesis*. Principes die volgens recent onderzoek positieve effecten laten zien voor affectieve gevoelens zoals inspiratie, interesse en motivatie. Het doel van deze studie is om te onderzoeken of deze effecten gegenereerd kunnen worden bij derdejaars vmbo-leerlingen.

Een experiment is uitgevoerd waarbij een groep leerlingen ( $N = 120$ ) random is toegewezen aan 4 condities, gebaseerd op de mate van emotionele beïnvloeding: extrinsieke (positief of neutraal videofragment) en intrinsieke beïnvloeding (emotional design of neutraal ontwerp). Dit om de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden: wat is de invloed van het toepassen van emotional design principes in het ontwerp van multimediaal leermateriaal op de emotionele staat en intrinsieke motivatie van leerlingen in het pre-examenjaar van het voortgezet onderwijs? Verwacht werd dat het werken met een emotional design tot hogere scores voor positieve emoties en intrinsieke motivatie zou leiden.

De resultaten van het experiment laten zien dat een ontwerp wat is vormgegeven volgens de emotional design principes geen positief effect heeft op de emotionele staat van de lerende. In alle vier de condities is juist een afname van positieve ervaren emoties waargenomen, deze afname was het sterkst bij de twee groepen die werkten met het emotional design. Ook voor een mediërend effect van de emotionele staat op de veronderstelde relatie tussen de ontwerpconditie en intrinsieke motivatie is geen bewijs gevonden. Wel is er een positieve relatie aangetroffen tussen de ervaren positieve emoties en de intrinsieke motivatie van de lerende.

Een verklaring voor de afwijkende resultaten ligt mogelijk in het emotioneel beladen onderwerp van het leermateriaal (kanker) en de vormgeving van het leermateriaal: het is onvoldoende gelukt om onderscheid te creëren tussen het experimentele en neutrale ontwerp.

Op basis van de resultaten wordt aan onderzoekers, docenten en ontwikkelaars aanbevolen om in lessen en materialen affectieve en cognitieve processen verder met elkaar te verbinden en integreren.

Vervolgonderzoek is echter nodig om de specifieke effecten nader uit te werken én om te komen tot standaard ontwerpprincipes.

**Keywords:** emotional design, multimedia learning, emotion, motivation.

## **The Effect of an Aesthetically Appealing Design of Multimedia Learning Material on the Motivation of Students**

**A.J. Nanninga**

### **Summary**

Research shows that the motivation of Dutch students is under pressure and teachers are faced with the challenge of responding to this in teaching practice. In this study it was investigated whether the design of digital learning materials can play a role in this challenge. It was examined whether the emotional state of the learner, which is supposed to have an effect on intrinsic motivation, can be positively influenced by multimedia learning material that is designed according to principles of the emotional design hypothesis. Principles that, according to recent research, show positive effects for affective feelings such as inspiration, interest and motivation. The purpose of this study is to investigate whether these effects can be generated in third-year vmbo students.

An experiment was conducted in which a group of students ( $N = 120$ ) was randomly assigned to 4 conditions, based on the way of emotional influence: extrinsic (positive or neutral video clip) and neutral influence (emotional design or neutral design). This is to answer the following research question: what is the influence of applying emotional design principles in the design of multimedia learning materials on the emotional state and intrinsic motivation of learners in the pre-exam year of secondary education? It was expected that working with an emotional design will lead to higher scores for positive emotions and intrinsic motivation.

The results of the experiment show that a design with is designed according to the emotional design principles does not have a positive effect on the emotional state of the learner. In all four conditions there was a decrease in positive experienced emotions, this decrease was strongest in the emotional design conditions. No evidence was found for a mediating effect of the emotional state on the assumed relationship between the design condition and intrinsic motivation. However, a positive relationship was found between the positive emotions experienced and the learner's intrinsic motivation.

An explanation for the deviating results may lie in the emotionally charged subject of the learning material (cancer) and the design of the learning material: insufficient distinction has been created between the emotional and neutral design.

Based on the results, teachers and developers are recommended to further connect and integrate affective and cognitive processes. However, follow-up research is necessary to further elaborate the specific effects and to come up with standard design principles.

**Keywords:** emotional design, multimedia learning, emotion, motivation.

## 1. Inleiding

Een groot deel van de Nederlandse leerlingen is weinig gemotiveerd om te leren. Ze zijn minder bereid om hard te werken of om uitdagende opdrachten op te lossen (OECD, 2016). Daarnaast blijven ze minder lang geïnteresseerd in de leerstof (Inspectie van het Onderwijs, 2016). De motivatie van veel leerlingen neemt daarnaast af naarmate ze ouder worden (Peetsma & Van der Veen, 2009). Docenten staan voor de uitdaging om in te spelen op deze situatie en mogelijkheden te onderzoeken om de motivatie van lerenden positief te beïnvloeden.

Wat motivatie betreft spelen emoties een belangrijke rol. We weten dat leerlingen gedurende het leren diverse emoties ervaren, en dat positieve emoties de motivatie van leerlingen versterken (Heidig, Müller & Reichelt, 2015; Isen & Reeve, 2005; Pekrun, 2006; Pekrun, Goetz, Titz, & Perry, 2002). Het genereren van positieve emoties binnen een leeromgeving zou dus kunnen bijdragen aan het versterken van de motivatie.

Recent onderzoek heeft aangetoond dat het mogelijk is om multimediaal leermateriaal zo vorm te geven dat het positieve emoties kan opwekken. Centraal hierbij staat de *emotional design hypothesis*. Het uitgangspunt van deze hypothese is dat esthetische ontwerpprincipes emoties kunnen produceren die positieve effecten hebben op cognitieve én affectieve processen. Het gaat hierbij niet om het toevoegen van aantrekkelijke informatie maar om het manipuleren van de reeds aanwezige elementen in het leermateriaal: bijvoorbeeld de kleur en vorm (Heidig et al., 2015; Uzun & Yildirim, 2018).

Het toepassen van de emotional design ontwerpprincipes op multimediaal leermateriaal laat een positief effect zien voor affectieve gevoelens zoals inspiratie, interesse en motivatie in vergelijking met een neutraal ontwerp (Plass, Heidig, Hayward, Homer & Um, 2014; Um, Plass, Hayward & Homer, 2012). Gevoelens die resulteren in betere scores voor leeropbrengsten, begrip, mentale inzet en taakcomplexiteit (Mayer & Estrella, 2014; Um et al., 2012; Plass et al., 2014) zonder irrelevante belasting van het werkgeheugen (Um et al., 2012).

Het onderzoeksgebied rondom emotional design staat nog in de kinderschoenen (Leutner, 2013). Studies zijn vooral uitgevoerd onder studenten. Onderzoek onder middelbare scholieren beperkt zich tot één studie onder brugklassers (Uzun & Yildirim, 2018). Dit terwijl studies uitwijzen dat juist onder middelbare scholieren de motivatie sterk terugloopt (Skinner, Furrer, Marchand & Kindermann, 2008; Van der Veen & Peetsma, 2009). Deze afname wordt groter naarmate de schoolloopbaan vordert en verandert pas wanneer het einde in zicht is (Gottfried, Fleming, & Gottfried, 2001). Een studie naar de effecten onder juist deze groep lerenden, al geruime tijd scholier maar nog niet in het examenjaar, is een waardevolle toevoeging aan het onderzoeksgebied. Het doel van dit onderzoek is dan ook om na te gaan of de principes voor emotional design bij derdejaars middelbare vmbo-scholieren positieve emoties kunnen genereren en of deze emoties leiden tot een hogere intrinsieke motivatie.

## ***Theoretisch kader***

### *Emoties en multimediaal leren*

Multimediaal leren kan gedefinieerd worden als het leren van informatie via beeld, waarbij het veelal gaat om een combinatie van tekst, afbeeldingen, geluid en bewegende beelden. De *Cognitive Theory Of Multimedia Learning* beschrijft het multimediale leerproces (Mayer, 2001). Volgens deze theorie verloopt het leerproces in drie fasen, eerst selecteert de lerende de relevante sensorische informatie om deze vervolgens te organiseren tot mentale modellen, waarna tenslotte een verbinding gerealiseerd wordt met de reeds aanwezig voorkennis (Mayer & Moreno, 2002; Mayer & Moreno, 2003). Het organiseren van de mentale modellen vindt plaats in het korte termijn werkgeheugen. Aangezien het werkgeheugen slechts een beperkt aantal kenniselementen tegelijkertijd kan verwerken is het cruciaal dat de cognitieve belasting zoveel mogelijk wordt geoptimaliseerd (Cowan, 2001). Een deel van die belasting wordt veroorzaakt door de manier waarop de informatie aan de lerende wordt gepresenteerd, de zogenaamde *extraneous cognitive load* (Paas & Sweller, 2014). De vormgeving van het leermateriaal kan dan ook een rol spelen bij het vergroten of beperken van de cognitieve belasting. Onderzoek wijst uit dat aantrekkelijke, maar irrelevante, elementen in het lesmateriaal de lerende afleidt en belemmert bij het opnemen van de kernpunten van de stof (Harp & Mayer, 1998; Moreno & Mayer, 2000). Vanwege dit zogenaamde *seductive details effect* (Harp & Mayer, 1998; Lehman, Schraw, McCrudden & Hartley, 2007) wordt het advies geformuleerd om irrelevante informatie en details achterwege te laten en cognitieve processen voorrang te geven boven affectieve aspecten (Plass, Moreno, & Brünken, 2010).

Deze focus op de cognitieve processen bij het multimediaal leren, en leren in het algemeen, is jarenlang leidend geweest. Aandacht voor niet-cognitieve processen, zoals emoties, is pas recent in zwang geraakt (Pekrun, 2017). Dit heeft geleid tot nieuwe inzichten rondom de impact van emoties. Als het gaat om emoties die lerenden ervaren tijdens het leren (bijvoorbeeld blijdschap, hoop, trots, woede, schaamte, spanning en verveling) kunnen deze gerangschikt worden naar valentie (positief of negatief) en activatie (activerend of deactiverend) (Pekrun, 1992). Positieve en negatieve emoties kunnen zowel activerend als deactiverend zijn. Positieve emoties kunnen bijvoorbeeld focus aanbrengen (nieuwsgierigheid naar de stof) en daarmee activeren maar tegelijkertijd ook afleiden (dagdromen over je vriendin) en zodoende deactiveren (Pekrun, 2017). De positieve emoties die ontstaan door het werken aan een taak kunnen leiden tot een flow die leidt tot positieve effecten voor de leerprestaties, focus (Pekrun, 2017) en een verhoogde interesse en intrinsieke motivatie (Isen & Reeve, 2005; Pekrun, Frenzel, Goetz, & Perry, 2007).

De aandacht voor emoties in het leren heeft er toe geleid dat in een geactualiseerd model voor multimediaal leren, de *Cognitive Affective Theory of Learning with Multimedia* (CATLM), naast cog-

nitieve processen ook aandacht is voor de invloed van emotie en motivatie (Moreno, 2007). Deze significante uitbreiding van het model heeft geleid tot een golf aan nieuwe onderzoeken rondom de rol van emoties binnen multimediaal leren.

#### *Methodes om positieve emoties te genereren*

Bij de ontwikkeling van emoties kan onderscheid gemaakt worden tussen individuele en externe factoren. Onder individuele factoren vallen persoonlijkheidskenmerken zoals geslacht, emotionele competenties, temperament en academische prestaties. Externe factoren die een rol spelen zijn bijvoorbeeld de kwaliteit van de instructie en leeromgeving, toetsprocedures en de invloed van de sociale omgeving (Pekrun, 2017).

Het generen van emoties in een onderzoeksomgeving kan op verschillende manieren gebeuren. Vaak wordt teruggevallen op het aanbieden van extrinsieke beloningen, bijvoorbeeld een presentje of het kijken van een leuk filmpje (e.g., Isen et al., 1987). Het nadeel van deze werkwijze is dat de interventie vaak voorafgaand aan het experiment wordt aangeboden. Aangezien de duur en intensiteit van een emotie kan wisselen valt het niet te garanderen dat de stimuli een effect sorteert dat het volledige experiment aanhoudt. De kans is groot dat het effect al na enkele minuten vervaagd of verdwenen is (Um et al., 2012). Anders dan extrinsieke beloningen komen intrinsieke beloningen voort uit het materiaal zelf en worden tijdens het experiment aangeboden, bijvoorbeeld via aantrekkelijk vormgegeven leermateriaal.

Meerdere studies hebben aangetoond dat het mogelijk is om met aantrekkelijke elementen in een ontwerp emoties op te wekken, emoties die prestaties en cognitieve processen kunnen beïnvloeden (Harp & Mayer, 1997; Mayer & Moreno, 1998; North & Hargreaves, 1999; Wolfson & Case, 2000). Het gaat om ontwerpen waarbij wetenschappelijk gevalideerde esthetische manipulaties toegepast worden. Deze manipulaties betreffen bijvoorbeeld ontwerp, vorm of geluid (Tractinsky et al., 2000; Wolfson & Case, 2000).

Bekend is bijvoorbeeld dat de kleur van een object informatie geeft over het nut voor de gebruiker, daarbij geldt dat mensen zich aangetrokken voelen tot objecten waarvan de kleur geassocieerd wordt met positieve resultaten of voordelen. Daarbij is zowel de tint, verzadiging als de felheid van kleuren van belang zijn. De effecten zijn het sterkst bij heldere en warme kleuren met een hoge verzadiging, bijvoorbeeld groen, geel en blauw (Kaya & Epps, 2004). Een tweede manipulatievorm betreft het aanpassen van de vorm van objecten binnen een ontwerp. Dit principe komt voort vanuit onderzoek dat aantoont dat de uiterlijke kenmerken van baby's (grote ogen, ronde vormen, kleine neus) positieve gevoelens oproepen (Lorenz & Generale, 1950, zoals beschreven in Plass et al., 2014). Hetzelfde effect is gemeten bij de derde vorm van manipulatie: het gebruiken van antropomorfe figuren,



waarbij menselijke kenmerken worden toegevoegd aan afbeeldingen of objecten (Dehn & Van Mulken, 2000; Disalvo & Gemperle, 2007). Deze drie manipulaties zijn methodes om positieve emoties bij mensen te genereren, methodes die samen komen binnen het concept van het *emotional design*.

### *Emotional design*

Het concept *emotional design* gaat uit van de gedachte dat esthetisch aantrekkelijke objecten emoties bij de observator of gebruiker kunnen genereren. Volgens dit principe moeten producten plezier en voldoening genereren (Norman, 2004). Um et al. (2012) vertalen deze gedachte, afkomstig uit de designwereld, naar het ontwerpen van leermateriaal. Ook leermateriaal zou positieve emoties bij de gebruikers, de lerenden, moeten opwekken. De door hen geconstrueerde *emotional design hypothese* heeft dan ook als doel om essentiële elementen visueel aantrekkelijk te maken om zo het cognitieve proces tijdens het leren te versterken (Mayer & Estrella, 2014). Meer specifiek gaat het om het inzetten van visuele ontwerpprincipes in een multimediale leeromgeving om positieve emoties te genereren en zo de motivatie van lerenden te vergroten. Anders dan bij andere modellen gaat het hierbij niet om het toevoegen van aantrekkelijke informatie maar om het veranderen van de reeds aanwezige elementen in het leermateriaal. (Heidig et al., 2015; Uzun & Yildirim, 2018). De eerder genoemde wetenschappelijk gevalideerde manipulaties voor kleur, vorm en het gebruik van antropomorfe figuren vormen hierbij de kern.

Um et al. (2012) pasten de bovengenoemde principes toe binnen een les over de werking van het immuunsysteem. Studenten in de experimentele groep kregen het aantrekkelijk vormgegeven leermateriaal aangeboden. Deze groep behaalde hogere scores voor cognitieve organisatie, inzet, transfer en intrinsieke motivatie dan de controlegroep. Um et al. (2012) hebben met de introductie van het concept *emotional design* een nieuwe dimensie aan het bestaande onderzoek rondom multimediaal leren toegevoegd. Vervolgonderzoek heeft het model verder uitgediept. In meerdere studies zijn de bevindingen verder onderzocht, met wisselende resultaten.

Wat de beoogde effecten voor affectieve reacties betreft is in meerdere studies een positief effect zichtbaar en is aangetoond dat een *emotional design* affectieve reacties kan genereren. Het model kan helpen om reeds aanwezige positieve gevoelens te behouden of te versterken. In twee studies werd bijvoorbeeld een positief effect gesignaleerd voor de interesse, inspiratie en positieve activatie van lerenden (Plass et al., 2014; Heidig et al, 2005).

In drie studies is specifiek onderzocht wat het effect is van een *emotional design* op het cognitieve leerproces (Mayer & Estrella, 2014; Plass et al., 2014; Uzun & Yildirim, 2018). Daarbij is vooral gekeken naar de cognitieve belasting (*germane* en *extraneous load*), mentale inzet, ervaren taakcomplexiteit en mate van begrip van de lerende. Een toename van het begrip van de lerende was in alle studies zichtbaar. Ook werd een toename van de mentale inzet en een afname van de ervaren

taakcomplexiteit gesignaleerd (Mayer & Estrella, 2014), zonder dat dit een extra irrelevante belasting van het geheugen tot gevolg heeft (Plass et al., 2014; Uzun & Yildirim, 2018). Deze resultaten duiden op het uitblijven van de hierboven genoemde, en bij het ontwerp van aantrekkelijk vormgegeven leermateriaal gevreesde, *extraneous cognitive load*. Sterker nog, het laat zien dat het aantrekkelijk ontwerpen van de relevante informatie, volgens de principes van het emotional design, ondersteunend kan werken bij het leren (Plass et al., 2014).

Onderzoek naar de beoogde effecten van het design op de motivatie leidt tot wisselende resultaten. In twee studies zijn positieve effecten gesignaleerd waarbij de lerenden bij een emotional design actiever, geïnspireerder, geïnteresseerder en gemotiveerder bleken dan bij een neutraal ontwerp (Heidig et al., 2015; Plass et al., 2014). Tegelijkertijd laten de resultaten van vier andere studies een alternatief beeld zien. De positieve effecten zijn zeer klein (Heidig et al., 2015; Mayer & Estrella, 2014) of ontbreken zelfs. Zo werd er in twee onderzoeken geen aantoonbaar effect gevonden voor de motivatie van lerenden (Münchow, Mengelkamp, Bannert, 2017; Park et al., 2015).

Wat leeropbrengsten betreft zijn in meerdere studies veelal positieve effecten gemeten (Mayer & Estrella, 2014; Plass et al., 2014; Schneider, Nebel & Rey, 2016; Uzun & Yildirim, 2018), waarbij de scores voor retentie een eenduidiger beeld geven dan die voor transfer (Münchow et al., 2017; Plass et al., 2014).

Alhoewel het onderzoek naar de impact van emotional design nog in de kinderschoenen staat leveren de eerste resultaten interessante bevindingen op. Bevindingen die laten zien dat emotie een rol speelt binnen het leren in een multimediale omgeving en dat de vormgeving en esthetiek van een multimediale omgeving een positieve invloed uit kan oefenen op affectieve en cognitieve leerprocessen. Tegelijkertijd is er ook kritiek. Het aantal studies is beperkt, de resultaten zijn nog weinig eenduidig en het ontbreekt in de studies aan aandacht voor specifieke kenmerken van de lerende, denk aan geslacht, leerkenmerken en voorkennis (Plass et al., 2014; Schneider et al., 2016; Um et al., 2012; Uzun & Yildirim, 2018). Kenmerken die de resultaten kunnen beïnvloeden. Ook is er kritiek op de weinig diverse onderzoekspopulatie die in de studies gebruikt is. Het overgrote deel van de studies is afgenomen onder studenten, slechts één onderzoek is afgenomen onder middelbare scholieren en onderzoek in het basisonderwijs ontbreekt (Brom, Stárková & D'Mello, 2018). Alhoewel deze selectie van participanten te begrijpen valt, studenten zijn voor onderzoekers immers makkelijker te benaderen, is dit wel een serieuze lacune in het onderzoeksgebied.

Er is een noodzaak om deze lacune op te vullen. Juist in het voortgezet onderwijs loopt de motivatie sterk terug en kent men het probleem dat die afname sterker wordt naarmate de schoolloopbaan vordert (Skinner, Furrer, Marchand & Kindermann, 2008; Van der Veen & Peetsma, 2009) en pas weer toeneemt wanneer een concreet einddoel, het examen, in zicht is (Gottfried, Fleming, & Gottfried, 2001). Volgens deze uitgangspunten zal de motivatie in een pre-examenjaar op zijn laagst

zijn. Dit bewijst de noodzaak om juist voor deze groep scholieren te zoeken naar mogelijkheden om de intrinsieke motivatie van lerenden te stimuleren, iets waar de vormgeving van het leermateriaal mogelijk toe kan bijdragen.

### ***Vraagstellingen en hypothesen***

In deze studie wordt onderzocht wat de invloed is van het toepassen van emotional design principes in het ontwerp van multimediaal leermateriaal op de emotionele staat en intrinsieke motivatie van lerenden in het pre-examenjaar van het voortgezet onderwijs. Deze centrale vraag wordt onderzocht met behulp van een experiment waarbij leermateriaal zowel in een emotional als neutraal design aangeboden zal worden. De emotionele staat en intrinsieke motivatie wordt daarbij gemeten om een antwoord te geven op de hoofd- en deelvragen. De volgende deelvragen en hypothesen zijn daarbij als uitgangspunt gebruikt:

**Deelvraag 1.** Kan leermateriaal dat is vormgegeven volgens de principes van het emotional design positieve emoties genereren bij lerenden? Op basis van eerder onderzoek wordt verwacht dat de experimentele groep met het emotional design hogere scores voor positieve emoties zal scoren dan de leerlingen die werken met het neutrale ontwerp.

**Deelvraag 2.** Wat is het mediërende effect van de emotionele staat op de intrinsieke motivatie van de lerenden? Verwacht wordt dat leerlingen die hoog scoren op de variabele emotionele staat ook hoog scoren voor motivatie en dat hiermee de mediërende variabele een deel van de beoogde impact van het ontwerp op de intrinsieke motivatie verklaard.

## **2. Methode**

### ***Ontwerp***

Om tot een antwoord op de onderzoeksvragen te komen is een gerandomiseerd onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is vormgegeven als een factorieel between-subjects experimenteel ontwerp waarbij in totaal vier condities ontstaan, twee vanuit de mogelijke extrinsieke beïnvloeding (neutrale [NE] of positieve [PO] beïnvloeding voorafgaand aan de instructie) en twee vanuit de intrinsieke beïnvloeding van emoties (neutraal ontwerp [NE] of emotioneel design [ED]). Aan de hand van deze vier condities kan het effect van de verschillende interventies gemeten en vergeleken worden.

De vier verschillende condities zijn in Tabel 1 weergegeven. De controlegroep krijgt een behandeling waarbij een neutrale beïnvloeding gekoppeld wordt aan een neutraal ontwerp [NENO]. De drie experimentele condities kennen ieder een verschillende aanpak: een extrinsieke behandeling gericht op het opwekken van positieve emoties gecombineerd met een emotional design [PEED], het extrinsiek opwekken van neutrale emoties gecombineerd met een emotional design [NEED] en tenslotte

een groep waarbij positieve emoties extrinsiek opgewekt worden in combinatie met een neutraal ontwerp [PENO]. De participanten worden random toegewezen aan de controle- en experimentele groepen.

**Tabel 1**

*Onderzoeksontwerp met daarin de vier condities*

<i>Groep</i>	<i>Extrinsieke beïnvloeding</i>	<i>Intrinsieke beïnvloeding</i>
1 (controlegroep)	Neutraal	Neutraal ontwerp
2	Positief	Emotional design
3	Neutraal	Emotional design
4	Positief	Neutraal ontwerp

### ***Onderzoeksgroep***

Vanuit de probleemschets en doelstelling van dit onderzoek is aangestuurd op de doelgroep pre-examenjaar leerlingen in het voortgezet onderwijs. In deze studie is ervoor gekozen om te kiezen voor leerlingen van het vmbo, meer specifiek van de Theoretische Leerweg. Leerlingen van andere niveaus zijn buiten beschouwing gelaten. Deze keuze komt voort vanuit praktisch oogpunt, het maakt zowel het selecteren en ontwikkelen van het leermateriaal en het organiseren van het experiment eenvoudiger.

Alle derdejaars Theoretische Leerweg (TL) leerlingen van het Corlaer College en de Waldheim Mavo zijn benaderd om deel te nemen aan het experiment, daarbij is vermeld dat deelname vrijwillig is. Uiteindelijk heeft een groep van 120 participanten aan het onderzoek meegedaan. Dit aantal voldoet aan de vooraf gestelde verwachting en sluit goed aan bij vergelijkende studies (Plass et al., 2014; Um et al., 2012). Aan het experiment hebben 61 mannen (50.4%) en 59 (49.6%) vrouwen deelgenomen met een gemiddelde leeftijd van 14.75 ( $SD = .67$ ).

### ***Materialen***

#### *Extrinsieke beïnvloeding van emotie*

In het experiment wordt het effect van een interventie onderzocht die bestaat uit twee onafhankelijke variabelen: extrinsieke beïnvloeding en intrinsieke beïnvloeding van emoties. De extrinsieke beïnvloeding bestaat uit twee condities: neutraal of positief. Deze beïnvloeding heeft als doel om een verschil in emotionele staat teweeg te brengen voorafgaand aan het doorlopen van het leermateriaal. Zo doende kan beoordeeld worden wat de impact van een emotional design is op de twee verschillende

condities. De variabele wordt gemeten volgens een dichotome schaal. Het verschil tussen de condities is gerealiseerd door voorafgaand aan het leermateriaal een neutrale of positieve video te tonen. De neutrale video duurt 3 minuten en bestaat uit rustige fragmenten van zeedieren onder begeleiding van lounge muziek (<http://tinyurl.com/388buwc>). De trailer voor de film Ice Age 3 - Dawn of the Dinosaurs (<http://tinyurl.com/8rsd3p>) is gebruikt als positieve video. Voor beide fragmenten geldt dat ze in een eerdere studie zijn gebruikt en een succesvolle beïnvloeding wisten te realiseren (Plass et al., 2014).

### *Intrinsieke beïnvloeding van emotie*

De variabele intrinsieke beïnvloeding bestaat uit de condities neutraal design en emotional design. Ook deze onafhankelijke variabele wordt gemeten volgens een dichotome schaal. Om de condities te realiseren is gebruikt gemaakt van een multimediale leeromgeving, ontworpen binnen Google Presentaties. Binnen die omgeving is een instructie aangeboden rondom het onderwerp kanker. Het materiaal is via teksten en afbeeldingen aangeboden en kent een omvang van achttien slides. De lerende kon zelf door de instructie navigeren via daartoe aangewezen knoppen. De inhoud van het materiaal was voor beide condities identiek, er was enkel een verschil in ontwerp in de mate van ‘aantrekkelijkheid’. Om die mate van aantrekkelijkheid vast te stellen is teruggevallen op de principes van het emotional design. Daarbij stonden de drie eerdergenoemde esthetische ontwerpprincipes centraal: het gebruik van heldere en warme kleuren met een hoge verzadiging, ronde vormen én antropomorfe figuren. Het aantrekkelijk vormgegeven multimediaal leermateriaal voldoet aan deze principes. Voor het neutrale ontwerp zijn ontwerpprincipes gebruikt die tegenovergesteld zijn aan die van het emotional design. In tabel 2 zijn de uitgangspunten weergegeven.

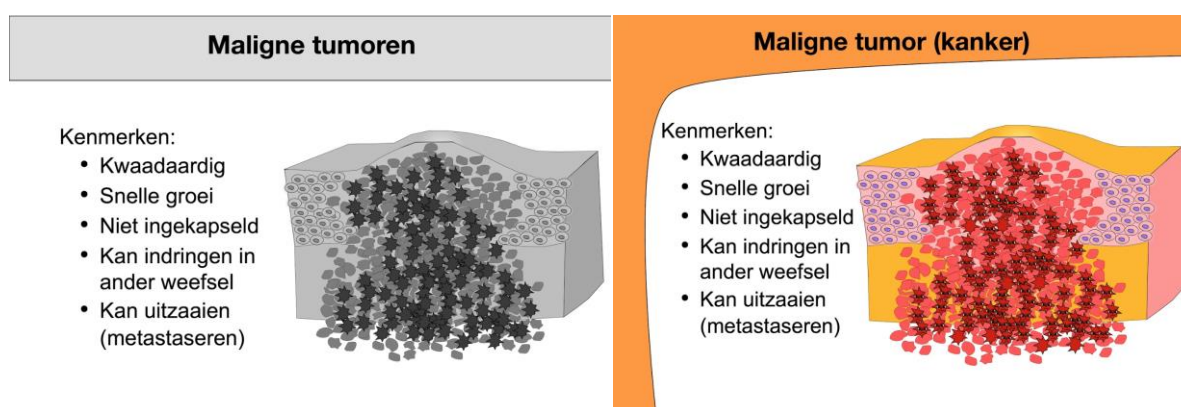
**Tabel 2**

*Kenmerken van het ontwerp van de beide condities*

	<i>Emotional design</i>	<i>Neutraal ontwerp</i>
Kleurgebruik	Warme, heldere kleuren, o.a. oranje en roze.	Monochrome kleuren (grijsinten)
Vormen	Ronde vormen	Rechte vormen
Antropomorfe figuren	Ja	Nee

Op de achttien slides is met behulp van tekst en afbeeldingen uitgelegd hoe kankercellen ontstaan, wat de kenmerken hiervan zijn, hoe mutaties overgaan naar tumoren, hoe cellen kunnen uitzaaien en welke

vormen van behandelingen beschikbaar zijn. In totaal zijn er zestien afbeeldingen aangeboden, hiervan zijn er twaalf zelf vormgegeven volgens de kenmerken van het emotional design, vier afbeeldingen waren reeds bestaand en zijn afkomstig van het internet. In negen afbeeldingen zijn antropomorfe figuren gebruikt. In figuur 1 is een dia zichtbaar die de lerenden voorgeschoteld kregen, hierin zijn de in tabel 2 genoemde kenmerken duidelijk zichtbaar. In het emotional design zijn ook de antropomorfe kenmerken van de kankercellen zichtbaar, dit is te zien aan de boze gezichten die in de cellen zijn getekend.



*Figuur 1.* Weergave van de condities neutraal (links) en emotional design (rechts)

### *Emotionele staat*

De emotionele staat wordt veronderstelt een mediërende invloed te hebben op de oorzaak-gevolg relatie tussen de mate van beïnvloeding en motivatie. Deze mediërende variabele werd gemeten op intervalniveau en samengesteld aan de hand van een vragenlijst: de Positive and Negative Affect Schedule (PANAS), in 1988 ontwikkeld door Watson, Clark en Tellegen (1988). De PANAS is een bekende vragenlijst en is veelvuldig in onderzoek gebruikt (Um et al., 2012; Plass et al., 2014). De Nederlandstalige versie is gevalideerd, gepubliceerd (Peeters, Ponds, & Vermeeren, 1996) en gebruikt in onderzoek. Deze versie beschikt over goede psycho-analytische kwaliteiten en de interne consistentie van de schalen is goed (Engelen, De Peuter, Victoir, Van Diest & Van den Bergh, 2006).

De vragenlijst bevat 20 items waarvan 10 peilen naar positieve affecten (PAS) en 10 naar negatieve affecten (NAS). Participanten kunnen aan de hand van een 5-punts Likert schaal (1: “heel weinig of helemaal niet” tot 5: “extreem”) aangeven in welke mate ze een bepaalde emotie ervaren. De scores van de PAS en NAS vragen zijn na afloop apart van elkaar opgeteld en kennen elk een hoogst haalbare totaalscore van 50 punten. De vragenlijst is tweemaal afgenomen, voor en na het doorlopen van het leermateriaal. Aangezien in deze studie het effect van positieve emoties centraal staat zijn voor

deze studie uiteindelijk alleen de scores van de PAS lijsten gebruikt. Daar waar in het verslag gesproken wordt over de emotionele staat gaat het om de ervaren positieve emoties. Cronbach's Alpha zoals gemeten in dit onderzoek is redelijk hoog (PAS: 0.79). Dit verschilt iets met de scores die makers met hun eigen onderzoek hebben gevonden (PAS: 0.83).

### *Motivatie*

De afhankelijke variabele motivatie is gemeten op intervalniveau. Omdat de focus in dit onderzoek ligt op de ervaren intrinsieke motivatie van de lerende is als meetinstrument gekozen voor de vragenlijst van Isen en Reeve (2005). Het betreft een vragenlijst die in meerdere studies rondom emotional design gebruikt is (Plass et al., 2014; Um et al., 2012) en een hoge interne consistentie kent (Cronbach's Alpha: 0.92). Daarbij is het voordeel van de lijst dat deze speciaal ontwikkeld is voor een onderzoek naar de effecten van positieve gevoelens op intrinsieke motivatie (Isen & Reeve, 2005). De focus van de lijst ligt op de ervaren interesse en mate van plezier van de lerende voor de aangeboden taak. De beknoptheid van de vragenlijst maakt dat deze verkozen is boven de populaire Intrinsic Motivation Inventory (IMI) van Deci & Ryan (2000), een lijst die naast de subschaal interesse/plezier nog zes subschalen kent die niet allemaal voor deze studie van toepassing zijn, bijvoorbeeld de subschaal druk/spanning. Een ander voordeel is dat de vragen zich enkel toespitsten op de leertaak en niet op algemene leersituaties thuis, in de klas of op school, zoals bijvoorbeeld in de Self-Regulation Questionnaire-Academic (SRQ-A) van Ryan (1989).

De vragenlijst bestaat uit acht vragen. Bij elke vraag kan de participant middels een 7-punts Likert-schaal aangeven in hoeverre hij of zij de taak interessant of prettig vindt (1 = "helemaal oneens", "7 = "helemaal mee eens"). Aangezien er geen Nederlandstalige versie van deze vragenlijst bestaat is deze zelf vertaald. Deze vertaalde vragenlijst is getest onder 43 vmbo-leerlingen op betrouwbaarheid en interne consistentie. Deze groep leerlingen zit in het derde jaar van de TL-afdeling op de Waldheim, een school in Baarn. De vragenlijst is voorgelegd na het uitvoeren van een taak voor het vak Engels. Na afname van de vragenlijst is met 10 leerlingen verder gesproken over de vragenlijst en antwoordcategorieën. Op basis van dit interviews is besloten om een vraag te verwijderen (*'I want to continue investigating it'*) gezien de overlap met een andere vraag (*'It makes me want to explore it further'*). Cronbach's Alpha zoals gemeten in dit onderzoek is redelijk hoog: 0.87, dit is iets lager dan de score die de makers zelf aantreffen: 0.90.

### *Procedure*

De derdejaars leerlingen van de TL afdeling op de beide scholen zijn tijdens een les biologie benaderd met het verzoek om vrijwillig mee te doen aan het experiment. Alle geïnteresseerde leerlingen hebben hierna een toestemmingsbrief ontvangen die door de ouders ondertekend geretourneerd is. Van de 154

benaderde leerlingen konden er uiteindelijk 120 toegelaten worden. De deelnemers zijn aselekt verdeeld over de verschillende condities van het onderzoek. Dit gebeurde door leerlingen op basis van moment van aanmelding een nummer toe te kennen en aan de hand van de online Random Sequence Generator (<https://www.random.org/sequences/>) vier groepen samen te stellen. Deze tool is daarna ook gebruikt om de groepen toe te wijzen aan de experimentele of controle conditie.

De participanten zijn in mei 2019 onder schooltijd getest in groepen van maximaal 15 in een apart leslokaal. Iedere leerling werkte daar individueel op een eigen computer. Voor het experiment was een digitale en online leeromgeving ontwikkeld waarin de volledige procedure is opgenomen. De opbouw van het experiment was voor zowel de controlegroep als de drie experimentele groepen gelijk.

Na binnenkomst ontvingen de participanten een korte instructie over de structuur en werkwijze van de multimediale leeromgeving. Aan het begin van de procedure kregen de leerlingen een digitale vragenlijst voorgeschoteld waarin enkele persoonlijke kenmerken gevraagd worden, gevolgd door de extrinsieke beïnvloeding van emoties: naar gelang de conditie waarin de leerling is ingedeeld werd hem of haar een positief of neutraal filmpje getoond. Hierna volgde de eerste PANAS-meting. Daarna startte de daadwerkelijke instructie waarbij het onderscheid in conditie zichtbaar was in de twee verschillende ontwerpen: een emotional of neutraal design. Leerlingen kregen 20 minuten de tijd om de leerstof door te nemen en zich voor te bereiden op een kleine kennistoets. Aan het einde van dit onderdeel volgden de toets en twee vragenlijsten bestaande uit de tweede PANAS-meting en de vragenlijst voor intrinsieke motivatie. Leerlingen waren gemiddeld ongeveer 30 minuten bezig met het totale experiment. Als dank ontvingen de participanten een versnapering.

### ***Data-analyse***

In de eerste deelvraag staat het effect van het emotional design op de emoties van lerenden centraal. De emoties zijn bij de vier groepen op twee identieke momenten (PAS1 en 2) gemeten, daarom is gewerkt met een between groups design. Om te bepalen of het emotional design positieve emoties kan generen is in SPSS (SPSS 22, OSX) een factoriële variantenanalyse uitgevoerd met herhaalde metingen (RM-ANOVA) met intrinsiek en extrinsieke beïnvloeding als onafhankelijke variabelen en de twee PAS-scores als herhaalde meting variabele. Op basis van deze meting is beoordeeld of er een hoofdeffect is voor de intrinsieke beïnvloeding op de emotionele staat van de lerende. Ook is bekeken of er een hoofdeffect is voor extrinsieke beïnvloeding en zijn beide vormen van beïnvloeding met elkaar vergeleken.

De tweede deelvraag behandelt het mediërende effect van de emotionele staat op de intrinsieke motivatie van lerenden. Om de vraag te beantwoorden is een mediatie analyse uitgevoerd met intrinsiek en extrinsieke beïnvloeding als onafhankelijke variabelen, emotionele staat als mediërende variabele en intrinsieke motivatie als afhankelijke variabele. Voor de variabele emotionele staat is de



tweede PANAS-score gebruikt omdat deze in het experiment gelijktijdig gepeild is als de motivatie. Bij het uitvoeren van de mediatie analyse is gebruik gemaakt van de PROCESS macro (Versie 3.3, <http://www.processmacro.org/>) voor SPSS. Het voordeel van deze macro is dat hierin eenvoudig modellen met twee onafhankelijke variabelen gebruikt kunnen worden.

### 3. Resultaten

Om te onderzoeken of een emotional design positieve emoties bij lerenden kan genereren, en of deze emoties leiden tot een hogere intrinsieke motivatie, zijn meerdere statistische analyses uitgevoerd. Voorafgaand aan deze analyses is de data gecontroleerd op missing data en outliers. Na een analyse met behulp van Mahalanobis distance, Cook's distance en Leverages bleek er geen aanleiding te zijn om data te verwijderen. Een Shapiro-Wilkins test is uitgevoerd om te beoordelen of de verschillende afhankelijke en onafhankelijke variabelen normaal verdeeld zijn. Tabel 3 toont de resultaten van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen die opgenomen zijn in de analyse.

**Tabel 3**

*Beschrijving van de variabelen PAS1, PAS2 en Motivatie*

<i>variabele</i>	<i>N</i>	<i>items</i>	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i><math>\alpha</math></i>
PAS1	120	10	13.00	46.00	30.23	6.35	.75
PAS2	120	10	10.00	44.00	27.96	6.54	.83
Motivatie	120	7	8.0	46.00	28.49	7.59	.87

#### *Bewijs van extrinsieke sfeerbeïnvloeding*

Om te bepalen of de extrinsieke sfeerbeïnvloeding succesvol is geweest is een onafhankelijke t-toets op de scores van de eerste PAS-toets uitgevoerd met onderscheid op basis van de mate van beïnvloeding (positief of neutraal). De analyse laat zien dat de groepen na een positieve beïnvloeding (PONE en POED) significant positiever scoren ( $M = 31.65$ ;  $SD = 6.04$ ) dan de groepen na een neutrale (NEED en NENE) beïnvloeding ( $M = 28.65$ ;  $SD = 6.37$ ):  $t(118) = -2.65$ ,  $p < 0.05$ . Deze resultaten suggereren dat het gelukt is om een verschil in positieve emoties te creëren tussen de neutrale en positieve groep.

*Bewijs van impact emotioneel design - emotionele staat*

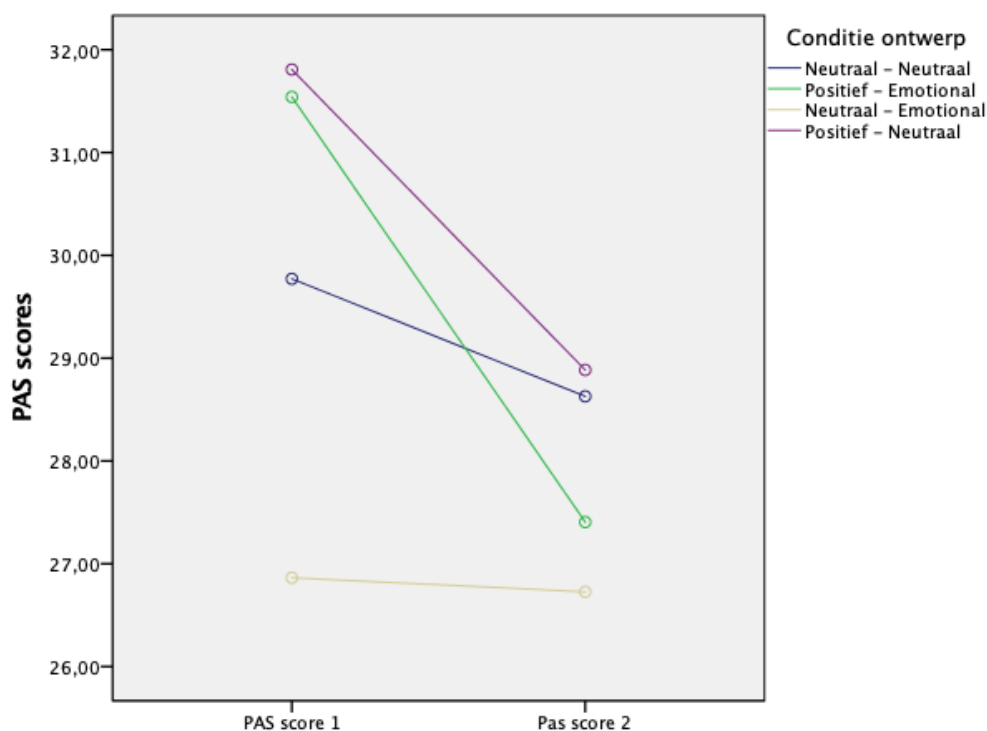
Met een variantenanalyse met herhaalde metingen (RM-ANOVA) is gemeten of het leermateriaal dat is vormgegeven volgens de principes van het emotioneel design leidt tot positieve emoties. Om deze analyse uit te voeren zijn de onafhankelijke variabelen extrinsieke en intrinsieke beïnvloeding samengevoegd tot de vier eerdergenoemde condities (NENE, NEED, POED, PONE), de groepsgemiddelden van deze vier groepen zijn in tabel 4 toegevoegd. Op het eerste oog leert een analyse van deze gemiddelden dat in alle gevallen de score op de tweede PAS-meting lager uitvalt dan op de eerste meting.

**Tabel 4**

*Resultaten (gemiddelde score en standaarddeviatie) op de variabelen PAS1, PAS2 en Motivatie van de verschillende condities NENE, NEED, POED en PONE*

	NENE	NEED	POED	PONE
<i>N</i>	35	22	37	26
PAS1 ( max = 50)	29.77 (6.34)	26.86 (6.13)	31.54 (5.92)	31.81 (6.32)
PAS2 (max = 50)	28.63 (5.98)	26.72 (5.54)	27.41 (6.98)	28.89 (7.45)
Motivatie (max = 42)	29.94 (6.17)	26.27 (8.01)	28.34 (7.05)	28.58 (9.44)

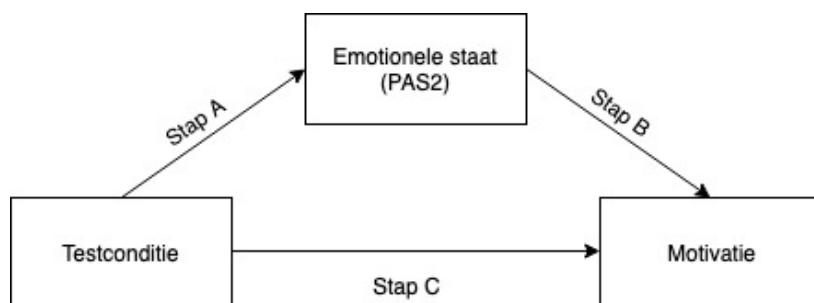
De variantenanalyse is uitgevoerd met de twee PAS-scores als afhankelijke variabele. De afhankelijke variabele kent slechts twee levels waardoor aan de aanname van sphericiteit wordt voldaan, ook laat Levene's test zien dat er een gelijkheid in variantie is ( $p > .05$ ). De resultaten tonen een significant hoofdeffect voor de PAS-scores:  $F(1) = 20.343, p < .001$  en een interactie-effect voor de PAS-scores en de vier verschillende condities  $F(3) = 3.87, p < .05$ . Het interactie-effect toont aan dat er verschillen zijn in de twee PAS-metingen tussen de verschillende condities, zie figuur 2. Een gepaarde T-toets is gebruikt om te beoordelen welke verschillen significant zijn en maakt duidelijk dat dit bij twee groepen het geval is. Het gaat om de groepen POED,  $t(36) = 4.59, p < 0.01$ , waarbij de scores significant afnamen van PAS1 ( $M = 31.54, SD = 5.92$ ) naar PAS2 ( $M = 27.41, SD = 6.98$ ) en PONE,  $t(25) = 3.31, p < 0.01$ , waarbij de PAS-scores ook significant afnamen van PAS1 ( $M = 31.81, SD = 6.32$ ) naar PAS2 ( $M = 28.88, SD = 7.45$ ).



*Figuur 2.* Scores op de eerste (PAS1) en tweede meting (PAS2) van de variabele emotionele staat, onderverdeeld naar de vier condities (NENE, PONE, NEED, POED)

#### *Mediërende invloed van positieve emoties op motivatie*

Om te bepalen of de emotionele staat van de lerende een mediërende invloed heeft op de motivatie is een mediatieanalyse uitgevoerd waarvoor de PROCESS-macro voor SPSS is gebruikt. In figuur 3 is het mediatie model opgenomen.



*Figuur 3.* Mediatie model van de onderzochte relatie tussen de testconditie en motivatie van de lerende met aandacht voor de mediërende invloed van de variabele emotionele staat

De eerste stap van het mediatie model is om de regressie van de testconditie voor de motivatie van de lerende te berekenen, zonder dat rekening wordt gehouden met de mediator (stap C'). Omdat de onafhankelijke variabele volgens een continue schaal is opgesteld en vier condities kent (NENE, NEED, POED en PONE) zijn eerst drie dummy variabelen gecreëerd. Uit de analyse blijkt dat de relatie voor geen enkele conditie significant is: NENE vs. POED  $b = -1.22$ ,  $(t)_{116} = -.79$ ,  $p > 0.05$ , NENE vs. NEED  $b = -1.90$ ,  $(t)_{116} = -1.06$ ,  $p > 0.05$  en NENE vs. PONE  $b = .25$ ,  $(t)_{116} = .15$ ,  $p > 0.05$ . Zodoende kan gesteld worden dat er geen hoofdeffect is van de verschillende testcondities voor motivatie.

Stap A berekent de regressie van de testconditie op de mediërende variabele emotionele staat (PAS2), deze is in geen van de condities significant. Uit de berekening in stap B blijkt dat er wel een significante positieve regressie is tussen de ervaren positieve emoties (PAS2) en de motivatie van de lerende ( $b = .56$ ,  $(t)_{115} = 5.91$ ,  $p < 0.01$ ). Een enkelvoudige regressieanalyse laat zien dat de regressie significant is ( $F(1,118) = 37.07$ ,  $p < .001$ ) en een regressiecoëfficiënt kent van  $R^2 = 0.23$ . De score op motivatie vanuit emotionele staat (PAS2) kan voorspeld worden met behulp van de volgende formule:  $Y = 12.63 + (0.57 * X)$ . Wanneer de score op de variabele 1 punt toeneemt neemt de score voor de variabele motivatie met 0.57 punt toe. Een visuele analyse van de residuen laat, ondersteund door een Shapiro-Wilkins test ( $p > 0.05$ ), een normale verdeling zien.

Wanneer tenslotte de mediërende invloed van de emotionele staat (PAS2) in de analyse wordt meegenomen (stap C) blijkt dat deze invloed voor geen enkele conditie significant is: NENE vs. POED  $b = -1.56$ ,  $(t)_{116} = -.87$ ,  $p > 0.05$ , NENE vs. NEED  $b = -3.67$ ,  $(t)_{116} = -1.77$ ,  $p > 0.05$  en NENE vs. PONE  $b = -1.36$ ,  $(t)_{116} = -.69$ ,  $p > 0.05$ . Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van mediatie door de variabele emotionele staat (PAS2).

#### 4. Conclusie en discussie

Het doel van deze studie is om na te gaan of het toepassen van emotional design principes op digitaal leermateriaal positieve emoties bij derdejaars vmbo-scholieren kunnen genereren en of deze emoties leiden tot een hogere intrinsieke motivatie. De resultaten van de studie vormen een bijdrage aan een jong onderzoeksgebied rondom de effecten van aantrekkelijk vormgegeven leermateriaal op emoties en motivatie. Aan de hand van de hierboven gepresenteerde resultaten van het experiment is het mogelijk om de onderzoeksvragen en hypothesen die centraal staan in deze studie te toetsen.

Wat betreft het genereren van positieve emoties kan allereerst gesteld worden dat de extrinsieke beïnvloeding, door middel van een videofragment, positief heeft gewerkt. De scores op de eerste PAS-vragenlijst laten een significant verschil zien in ervaren positieve emoties tussen de neutrale

(NENE en NEED) en positieve audiovisuele beïnvloeding (POED en PONE). Dit verschil werd verwacht en sluit aan bij het beeld dat in eerdere studies is ontdekt dat video de emoties van lerenden positief kan beïnvloeden (Plass et al., 2014; Um et al., 2012).

Na het bekijken van het videofragment is het leermateriaal aan de lerenden voorgeschoteld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het neutrale ontwerp en het ontwerp op basis van emotional design principes. De hypothese die stelt dat de groepen die werken met het emotional design hoger zullen scoren op ervaren positieve emoties moet verworpen worden. Deze conclusie kan getrokken worden op basis van twee verschillende bevindingen. Allereerst uit de analyse van de tweede PAS-vragenlijst, waarmee de ervaren positieve emoties worden gemeten na afloop van het aangeboden leermateriaal. Hierin is te zien dat er geen significante scores zijn die de hypothese kunnen ondersteunen, verschillen in de gemiddelde scores berusten op toeval.

Een tweede manier om de hypothese te toetsen is om te bekijken naar het verschil tussen de eerste en tweede PAS-meting. De herhaalde meting analyse die hiervoor is uitgevoerd laat twee dingen zien. Allereerst wordt op basis van de groepsgemiddelden zichtbaar dat de score, na het doorlopen van het leermateriaal, in alle vier de condities lager is geworden. Wat opvalt is dat de afname het kleinst is in de NEED-conditie: -.14. Deze afwijking is echter niet significant en hier kunnen dan ook geen conclusies aan verbonden worden. Significante verschillen zijn er wel bij de twee condities die een positieve extrinsieke beïnvloeding hebben ervaren (POED en PONE). Duidelijk zichtbaar is dat dit verschil tegenovergesteld is aan de verwachting: de teruggang in ervaren positieve emoties is groter bij de groep met het emotional design (POED) dan bij het neutrale ontwerp (PONE). Wanneer tenslotte gekeken wordt naar de relatie tussen de extrinsieke (video) en intrinsieke (leermateriaal) beïnvloeding valt op dat het emotional design niet in staat was om de door video gerealiseerde positieve emoties vast te houden of de neutrale emoties positief te beïnvloeden.

Geconcludeerd kan worden dat de eerste deelvraag, waarin gevraagd wordt of leermateriaal dat is vormgegeven volgens de principes van het emotional design positieve emoties kan genereren bij lerenden, in deze studie niet positief beantwoord kan worden. Dit resultaat is opvallend, immers: de effecten zijn tegenovergesteld aan de verwachting én aan het overheersende beeld vanuit eerdere studies (Plass et al., 2014; Um et al., 2012). Alhoewel het lastig is om te verklaren waarom de resultaten zo overduidelijk afwijken geeft een analyse wel enkele aanknopingspunten. Het feit dat er in alle condities een afname zichtbaar is voedt de gedachte dat de inhoud van het leermateriaal zélf een negatief effect heeft gehad op de emoties. Gezien het gevoelige onderwerp, de ziekte kanker, lijkt dit een plausible aanname. Leerlingen zullen veelal negatieve associaties met het onderwerp hebben, misschien zelfs vanuit eigen ervaringen met vrienden en of familie. Vanuit onderzoek is ook bekend dat het onderwerp of de inhoud van het curriculum sterke emoties bij lerenden teweeg kan brengen, emoties die het leerproces beïnvloeden (Dirkx, 2008).

Naast het onderwerp moet er nog een tweede verklaring gevonden worden voor de tegenovergestelde effecten. Dit wordt duidelijk door het verschil tussen de POED (-4.13) en PONE (-2.92) condities. In beide condities is de terugval in positieve emoties zichtbaar maar dit effect is significant groter voor de emotional design conditie. Wat kan hier de oorzaak van zijn? Een analyse van het leermateriaal biedt enkele mogelijke verklaringen. Een eerste daarvan betreft het kleurgebruik. In het emotional design worden warme, heldere kleuren met een hogere verzadiging gebruikt, zo is bijvoorbeeld de kleur oranje voor de omkadering specifiek gekozen vanwege de positieve kenmerken (Wolfson & Case, 2000). Wat echter opvalt is het veelvuldig gebruik van de kleur rood, vooral in de vormgeving van kwaadaardige elementen (mutagene invloeden zoals sigarettenrook en UV-straling, mutaties en tumoren). Studies tonen aan dat deze kleur niet alleen geassocieerd wordt met liefde en romantiek maar ook met kwaad, bedreiging, dominantie en gevaar (Gil & Le Bigot, 2015). Deze associatie is nog sterker in een context waarin gepresteerd moet worden, bijvoorbeeld in een school (Elliot & Maier, 2007). Naast het kleurgebruik valt er ook een opmerking te plaatsen bij het ontwerp van de antropomorfe figuren. Deze figuren worden getypeerd door fronsende wenkbrauwen en omlaag hangende mondhoeken, hiermee geven ze een negatieve emotie weer: boosheid. Dit is een bewuste keuze geweest om de kwade elementen van de ziekte kanker sterker aan te zetten. Het is echter reëel om te veronderstellen dat deze vormgeving vooral negatieve emoties heeft gegenereerd. Dus alhoewel de beide ontwerpkeuzes, kleurgebruik en antropomorfe figuren, voldoen aan de eerder opgestelde kaders is de uitwerking mogelijk verkeerd uitgekapt en heeft dit geresulteerd in een onbedoeld negatieve invloed op de emoties van de lerenden.

Daar waar het emotional design negatiever is beoordeeld dan verwacht geldt mogelijk het tegenovergestelde voor het neutrale ontwerp. Wat allereerst opvalt aan het ontwerp is dat aan twee van de drie vastgestelde ontwerpcriteria is voldaan: alle dia's kennen een monochroom kleurenpalet en antropomorfe figuren zijn achterwege gelaten. Het derde kenmerk, het gebruik van rechte vormen, is echter onvoldoende uit de verf gekomen, sterker nog: dit is alleen toegepast bij de omkadering. Het feitelijke lesmateriaal is wat vormgeving betreft grotendeels identiek in de beide condities. Dit is een ontwerpkeuze geweest die is ingegeven door tijdsdruk; alle afbeeldingen zijn zelf ontwerpen en zijn opgetrokken uit een basisvorm die in beide ontwerpen gebruikt zijn. Hierdoor kan gesteld worden dat juist een belangrijk element van de studie, het leermateriaal zelf, niet voldoet aan de vooraf gesteld kaders voor een neutraal ontwerp. Dit gegeven, in combinatie met het ontbreken van de negatieve effecten van de rode kleur en de antropomorfe figuren, geeft een mogelijke verklaring voor het positiever ervaren van het neutrale ontwerp door de leerlingen.

### *Intrinsieke motivatie*

De tweede vraag die in deze studie centraal staat is of er een verband bestaat tussen de emotionele staat en de motivatie van de lerenden. Bij deze vraag is een hypothese geformuleerd die bestaat uit

twee veronderstellingen. Allereerst wordt verwacht dat er een samenhang bestaat tussen de positieve gevoelens van een leerling en diens intrinsieke motivatie om te leren. De resultaten tonen een significant positief resultaat, dit is in lijn met resultaten uit eerdere studies die aantonen dat positieve emoties de motivatie van leerlingen versterken (Heidig et al., 2015; Isen & Reeve, 2005; Pekrun, 2006; Pekrun, Goetz, Titz, & Perry, 2002).

De tweede veronderstelling betreft de verwachte relatie tussen de wijze van intrinsieke beïnvloeding en de motivatie, waarbij gedacht wordt dat lerenden die werken met het emotional design hoger zullen scoren op intrinsieke motivatie dan de controlegroep. Voor deze relatie is echter geen significant bewijs gevonden. Een analyse van de, niet significante, gemiddelde scores van de vier condities laat zien dat deze precies omgekeerd zijn aan de verwachting: de groepen die gewerkt hebben met het emotional design scoren na afloop lager op intrinsieke motivatie. Het ontbreken van dit hoofdeffect maakt ook dat er geen significante mediërende invloed is van de variabele emotionele staat op de motivatie. Dit deel van de hypothese dient dus verworpen te worden. Daarmee is direct ook de tweede deelvraag beantwoord.

Het ontbreken van een significante relatie tussen de positieve emoties en intrinsieke motivatie van de lerende is niet in lijn met eerder onderzoek (Heidig et al., 2015; Plass et al., 2014; Um et al., 2012). Dat het effect in deze studie uitblijft kan verklaard worden vanuit de scores van de tweede PAS-meting. Deze scores bleken tegenovergesteld te zijn aan de verwachting: zo resulteerde het werken met een emotional design juist in een afname van ervaren positieve emoties. Aangezien er een samenhang is geconstateerd tussen beiden variabelen is het logisch dat dit doorwerkt in de scores voor motivatie. Omdat het neutrale ontwerp resulteerde in een hogere score voor positieve emoties leidt dit ook tot een hogere score voor motivatie.

### ***Beperkingen van de studie***

Zoals voor alle empirische studies geldt zijn er ook in deze studie opmerkingen te maken over de generaliseerbaarheid van de resultaten. Allereerst moet opgemerkt worden dat vanwege organisatorische redenen de vier condities op verschillende momenten zijn getest. Hier zat in het uiterste geval twee dagen tussen waardoor de interne validiteit onder druk komt te staan. Deze verspreiding van de ingreep kan leiden tot vervaging van het onderscheid tussen de controle en experimentele groep door onderlinge communicatie of uitwisseling. Een ander organisatorisch aspect betreft de rol van de onderzoeker. Naast onderzoeker ben ik ook afdelingsleider van de betreffende groep participanten. Deze dubbelrol kan op twee manieren invloed hebben gehad op de resultaten. Allereerst kunnen leerlingen die vanwege mijn functie een negatieve associatie met mij hebben de test minder serieus gemaakt hebben. Een ander mogelijk effect is dat leerlingen juist vooral met sociaal wenselijk hebben geantwoord.

Een andere beperking van de studie betreft het gebruik van een zelfrapportage om de emotionele conditie te meten. Een zelfrapportage is prima toepasbaar voor en na de interventie maar meet niet de effecten tijdens het eigenlijke leerproces. Hierdoor valt er weinig te zeggen over het verloop van de emoties gedurende de les of over de effecten van specifiek elementen van het leermateriaal. Een zelfrapportage is ook gevoelig voor interpretatie van de leerling (Um et al., 2012).

Ook wat betreft het gehanteerde instrument voor de zelfrapportage, de PANAS-vragenlijst, moeten twee opmerkingen geplaatst worden. Wat opviel tijdens de afname van de lijsten is dat de doelgroep moeite had met de lengte van de vragenlijst (20 vragen) en het tweemaal invullen hiervan. Ook werd bij afname duidelijk dat de begrippen niet door iedereen begrepen werden, dit gold bijvoorbeeld voor het begrip 'terneergeslagen'. Dit onbegrip kan van invloed zijn op de resultaten. In dit geval was het gebruik van de PANAS-C, de vragenlijst voor kinderen in de leeftijd tot en met 15 jaar, verstandiger geweest.

Een nadeel van de onderzoeksopzet is dat het effect van de verschillende ontwerpen op de emoties en motivatie alleen direct na de interventie gemeten is en niet na bijvoorbeeld 30 of 60 minuten. Hiermee geeft het onderzoek geen duidelijkheid over de houdbaarheid van deze gevoelens. Onderzoek naar de langdurige effecten van leren met multimedia is een actueel onderwerp en verdient dan ook juist in deze situatie aandacht (Schweppe & Rummer, 2012).

De generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten wordt belemmerd door de onderwerpkeuze van het leermateriaal en de testomgeving. Wat betreft het lesonderwerp is, net als in het overgrote deel van voorgaande studies, gekozen voor een onderwerp uit de wetenschappelijke hoek, in dit geval biologie. Deze keuze maakt het lastig om te bepalen of de effecten ook gelden voor andere vakgebieden. Wat betreft de keuze voor de testomgeving moet opgemerkt worden dat het experiment is afgenomen in een situatie die afwijkt van een reguliere les. Leerlingen werkten in stilte en individueel achter een eigen computer. Een reguliere, klassikale, omgeving kent logischerwijs een andere sfeer en dynamiek die van invloed kan zijn op de resultaten.

Tenslotte is het onderzoek onderdeel van een afstudeerscriptie. Het onderzoek was gebonden aan een strakke tijdsplanning. In enkele gevallen zijn daarom concessies gedaan in het ontwerp van het leermateriaal en de procedures rondom het vertalen en samenstellen van de motivatievragenlijst.

### ***Aanbevelingen voor vervolgonderzoek***

De resultaten van deze studie bieden ruimte voor vervolgonderzoek. Onderzoek dat zich allereerst zal moeten richten op de impact van de verschillende ontwerpmanipulaties als kleur, vorm en het gebruik van antropomorfe figuren. Vastgesteld moet worden wat de effecten zijn van de verschillende specifieke ontwerpprincipes, gespecificeerd naar affectieve reacties en motivatie. Tot nu toe ontbreekt dat



beeld. Het ontbreken van een eenduidig en gedetailleerd kader heeft niet alleen de opzet van deze studie bemoeilijkt maar belemmert ook anderen (onderzoekers, docenten en ontwikkelaars) om de principes van het emotional design toe te passen.

Vervolgonderzoek zal zich ook moeten richten op de effecten van de verschillende interventies op de langere termijn. Deze studie focust was gericht op metingen direct voor en na het doorlopen van het leermateriaal. Hiermee is de impact na een langere tijd onduidelijk.

Ook wat betreft de onderzoeksomgeving is er ruimte voor vervolgonderzoek. Alhoewel deze studie al meer in een schoolse situatie is afgenomen (binnen de eigen school, in een eigen lokaal en met bekend leermateriaal) is de context niet te vergelijken met die binnen een regulier klaslokaal. Onderzoek binnen die omgeving zou meer inzichten geven in de impact van het leermateriaal binnen de dagelijkse onderwijsomgeving.

Wat betreft de onderzoekspopulatie is met deze studie een nieuwe groep lerenden toegevoegd aan het bestaande onderzoeksveld: derdejaars leerlingen van het voortgezet onderwijs, in dit geval van het vmbo. Het onderzoek onder middelbare scholieren is nog zeer beperkt en kent naast deze studie slechts één ander voorbeeld (Uzun, 2018). Overige studies richten zich volledig op studenten in het hoger onderwijs. Er blijft dus voldoende ruimte voor vervolgonderzoek, daarbij valt vooral te denken aan leerlingen in het basisonderwijs. Daarnaast valt op dat de onderzochte populatie een weinig diverse samenstelling kent. Alle studies zijn afgenomen onder westerse studenten (Amerika en Europa) waardoor de generaliseerbaarheid naar andere culturen laag is. Vervolgonderzoek is nodig om de impact van het design op een bredere onderzoekspopulatie vast te stellen.

### ***Implicaties***

Geconcludeerd moet worden dat deze studie er niet in is geslaagd om aan te tonen dat digitaal leermateriaal wat is vormgegeven volgens de principes van het emotional design kan leiden tot positieve effecten op de emotionele staat en motivatie van derdejaars vmbo lerenden. Sterker nog, er werd een tegenovergesteld effect aangetroffen waarbij het emotional design resulteerde in negatieve effecten. Alhoewel de opzet van de studie in lijn was met eerdere onderzoeken is het niet gelukt om de aldaar gerapporteerde resultaten te repliceren (Plass et al., 2014; Um et al., 2012). De resultaten geven weinig antwoorden en leiden vooral tot meer vragen. Ondanks deze teleurstellende conclusie kent de studie wel enkele theoretische en praktische bijdragen aan het onderzoeksgebied rondom het emotional design.

Wat theoretische implicaties betreft laten de resultaten zien dat de vormgeving van leermateriaal impact heeft op emoties van lerenden. Dit is in lijn met de kern van de *Cognitive Affective Theory of Learning with Multimedia* van Moreno (2007) en vormt hiermee een waardevolle bijdrage aan de gedachte dat onderzoek zich niet alleen op cognitieve aspecten moet richten. De studie laat de noodzaak zien om affectieve en cognitieve processen verder met elkaar te verbinden en integreren. Dit

geldt specifiek voor de aangetoonde relatie tussen positieve emoties en intrinsieke motivatie. Deze studie voegt zich in de rij van onderzoeken die een positieve relatie tussen deze beide variabelen veronderstelt (Heidig et al., 2015; Münchow et al. 2017; Plass et al., 2014; Um et al., 2012).

Deze positieve relatie tussen emoties en motivatie biedt op praktisch niveau informatie aan ontwikkelaars en docenten om als uitgangspunt te dienen voor het ontwerp van lessen en leermateriaal. Het advies is om leeromgevingen te creëren die positieve emoties genereren omdat dit de motivatie kan versterken. De bijdrage van deze studie hierin is dat onderwerpen soms een verschillende benadering nodig hebben. Een gevoelig onderwerp als kanker verdient een andere aanpak dan meer neutrale thema's. Voor docenten en ontwikkelaars is deze informatie belangrijk om juist in de vormgeving en het behandelen van dit soort onderwerpen specifieke aandacht te schenken aan vormgeving en beïnvloeding van emoties. Daarnaast heeft deze studie laten zien dat het goed is om voorzichtig te zijn met het gebruik van de kleur rood en negatieve antropomorfe figuren in een emotional design.

## Referenties

- Brom, C., Stárková, T., D'Mello, S.K. (2018). How Effective is Emotional Design? A Meta-Analysis on Facial Anthropomorphisms and Pleasant Colors during Multimedia Learning. *Educational Research Review*. Online voorpublicatie. doi:<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.004>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioural and Brain Sciences*, 24, 87-114. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/a0026356>
- Dehn, D. M., & Van Mulken, S. (2000). The impact of animated interface agents: a review of empirical research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 52, 1-22. doi:  
<http://dx.doi.org/10.1046/j.0266-4909.2001.00237.x>
- Dirkx, J.M. (2008). The meaning and role of emotions in adult learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2008(120), 7-18.
- Disalvo, C. & Gemperle, F. (2007). From seduction to fulfillment: The use of anthropomorphic form in design. Verkregen op 10 oktober 2018, van <http://www.anthropomorphism.org/pdf/Seduction.pdf>.
- Elliot, A.J., & Maier, M.A. (2007). Color and psychological functioning. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 250–254. doi:10.1111/j.1467-8721.2007.00514
- Engelen, U., De Peuter, S., Victor, A., Van Diest, I., & Van den Bergh, O. (2006). Verdere validering van de “Positive and Negative Affect Schedule” (PANAS) en vergelijking van twee Nederlandstalige versies. *Gedrag en Gezondheid*, 34, 89-102.
- Gil, S., & Le Bigot, L. (2015). Colour and emotion: children also associate red with negative valence. *Developmental Science*, 19(6), 1087-1094. doi: <https://doi.org/10.1111/desc.12382>
- Gottfried, A. E., Fleming, J. S., & Gottfried, A. W. (2001). Continuity of Academic Intrinsic Motivation Childhood Late Adolescence: A Longitudinal Study. *Journal of Educational Psychology*, 93, 3-13.
- Harp, S. F., & Mayer, R. E. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology*, 89, 92-102. doi: 10.1037/0022-0663.89.1.92
- Harp, S. F. & Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: a theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90, 414-434.
- Heidig, S., Müller, J. & Reichelt, M. (2015). Emotional design in multimedia learning: Differentiation on relevant design features and their effects on emotions and learning. *Computers in Human Behavior*, 44, 81–95.
- Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 1122–1131. doi:  
10.1037/0022-3514.52.6.1122

- Isen, M. A. & Reeve, J. (2005). The Influence of Positive Affect on Intrinsic and Extrinsic Motivation: Facilitating Enjoyment of Play, Responsible Work Behavior, and Self-Control. *Motivation and Emotion*, 29 (4), 297-325.
- Inspectie van het Onderwijs (2016). *Staat van het onderwijs*. Verkregen op 12 April 2018, van <https://www.onderwijsinspectie.nl/documenten/rapporten/2017/04/12/staat-van-het-onderwijs-2015-2016> .
- Kaya, N., & Epps, H. H. (2004). Relationship between color and emotion: a study of college students. *College Student Journal*, 38, 396-405.
- Lehman, S., Schraw, G., McCrudden, M. T. & Hartley, K. (2007). Processing and recall of seductive details in scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 569-587.
- Leutner, D. (2013). Motivation and emotion as mediators in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 174-175.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Estrella, G. (2014). Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction*, 33, 12–18.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312–320. doi:10.1037/0022-0663.90.2.312
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation or an aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Moreno, R. (2007). Optimizing learning from animations by minimizing cognitive load: cognitive and affective consequences of signaling and segmentation methods. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 765-781.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: the case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 117-125. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022>
- Münchow, H., Mengelkamp, C. & Bannert, M. (2017). The Better You Feel the Better You Learn: Do Warm Colours and Rounded Shapes Enhance Learning Outcome in Multimedia Learning? *Education Research International*, 2017, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/2148139>
- Norman, D. (2004). *Emotional design*. New York, NY: Basic Books.
- North, A., & Hargreaves, D. (1999). Music and driving game performance. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 285–292. doi: 10.1111/14679450.404128
- OECD (2016), *Netherlands 2016: Foundations for the Future, Reviews of National Policies for*

- Education*, OECD Publishing, Paris. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264257658-en>
- Paas, F., & Sweller, J. (2014). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (p. 27–42). New York, NY: Cambridge University Press.
- Peeters, F.P.M.L., Ponds, R.W.H.M., & Vermeeren, M.T.G. (1996). Affectiviteit en zelfbeoordeling van depressie en angst. *Tijdschrift voor Psychiatrie*, 38, 240-250.
- Peetsma, P., & Van der Veen, I. (2015) Influencing young adolescents' motivation in the lowest level of secondary education. *Educational Review*, 67 (1), 97-120.
- Pekrun, R. (1992). The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology*, 41, 359–376. doi: 10.1111/j.1464-0597.1992.tb00712.x
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.
- Pekrun, R. (2017). Emotion and Achievement During Adolescence. *Child Development Perspectives*, 11 (3), 215-221. doi: <https://doi.org/10.1111/cdep.12237>
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., & Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Educational psychology series. Emotion in education*(pp. 13-36). San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37, 91-106. doi: 10.1207/S15326985EP3702\_4
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D. & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128-140.
- Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (Eds.). (2010). *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- Schneider, S., Nebel, N. & Rey, G.D. (2016). Decorative pictures and emotional design in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 44, 65-73.
- Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and Disaffection in the Classroom: Part of a Larger Motivational Dynamic? *Journal of Educational Psychology*, 100 (4), 765-781.
- Schweppe, J., & Rummer, R. (2012). Long-term multimedia learning. In E. de Vries, & K. Scheiter (Eds.), *Proceedings EARLI Special Interest Group Text and Graphics: Stagi*

- ng knowledge and experience: How to take advantage of representational technologies in education and training?* (p. 196-198). Grenoble, France: Universite Pierre-Mendes-France.
- Tractinsky, N., Katz, A. S., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with Computers*, 13, 127-145. doi: 10.1016/S0953-5438(00)00031-X
- Um, E. R., Plass, J. L., Hayward, E. O. & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485-498.
- Uzun, A. M., & Yildirim, Z. (2018). Exploring the effect of using different levels of emotional design features in multimedia science learning. *Computers and Education*, 119, 112-128.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative Affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063–1070. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>.
- Wolfson, S., & Case, G. (2000). The effects of sound and color on responses to a computer game. *Interacting with Computers*, 13, 183–192. doi: 10.1016/S0953-5438(00)00037-0